

Ján Tkáč, Marek Hvizdoš

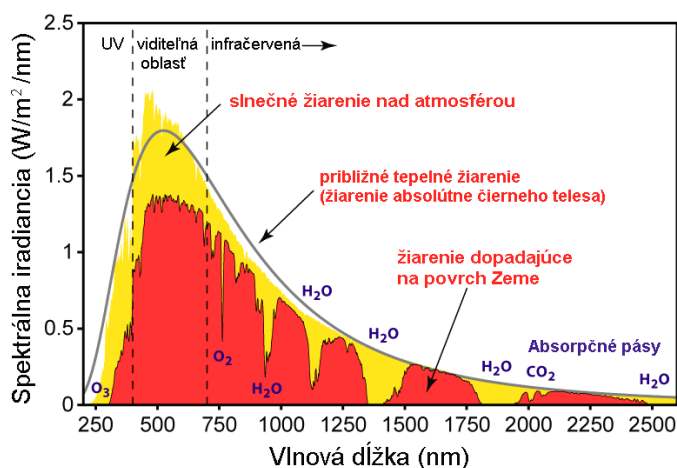
Experimentálne merania solárnych plastových absorbérov

Okrem sofistikovaných zariadení na využívanie slnečného žiarenia existuje ekonomicky efektívna a jednoduchá možnosť jeho využívania pomocou solárnych plastových absorbérov, ktoré dosahujú najvyššie účinnosti spomedzi všetkých solárnych zariadení. Príspevok je zameraný na využívanie obnoviteľných zdrojov energie s orientáciou na fototermálnu premenu slnečnej energie. Obsahuje popis konštrukcie solárnych absorbérov a ich tepelno-energetických technických parametrov. Za týmto účelom boli realizované merania ohrievacích a ochladzovacích kriviek. Výsledky poukázali na vysokú efektívnosť ich použitia pri ohreve vody v bazénoch, prípadne iných teplonosných médií.

Kľúčové slová: slnečná energia, plastový absorbér, absorptivita, účinnosť

I. PREMENY SLNEČNÉHO ŽIARENIA

Slnko, ako základný zdroj energie pre Slnečnú sústavu, vyžaruje elektromagnetické žiarenie v širokom rozsahu vlnových dĺžok podľa Obr. 1. Z tohto žiarenia prijíma naša biosféra len úzku časť v oblasti ultrafialového, viditeľného a infračerveného pásma. Toto žiarenie je zdrojom energie pre našu planétu a všetky procesy na nej prebiehajúce. Zároveň je táto energia aj podmienkou života na našej planéte.



Obr. 1 Spektrum slnečného žiarenia

Na hranici atmosféry dosahuje intenzita slnečného žiarenia hodnotu $1\,360\text{ W/m}^2$. Táto hodnota sa nazýva solárna konštanta a slúži na výpočty množstva slnečnej energie dopadajúcej na zemský povrch. Solárna konštanta nie je stabilná a mení sa v rozmedzí hodnôt $1,34\text{ kW}$ až $1,4\text{ kW}$. Dôvodom je meniaci sa vzdialenosť Zeme od Slnka, pretože Zem obieha po elipse.

Celkový výkon vysielaný z povrchu Slnka k našej Zemi predstavuje $150\,000\text{ TW}$. Tento výkon mnohonásobne prevažuje súčasné potreby ľudstva a svojimi premenami na ďalšie, tzv. obnoviteľné zdroje, vytvára veľmi dobré podmienky pre ich využívanie po celom povrchu Zeme. Aj za polárnym kruhom sa slnečná energia vyskytuje vo forme veternej energie [1], [2].

Pri prechode žiarenia zemskou atmosférou dochádza aj k jeho odrazu, rozptylu prípadne absorpcii v dôsledku interakcie

s molekulami plynu a časticami prachu. V dôsledku toho sa pôvodne priamo postupujúce žiarenie od Slnka k Zemi mení na tri druhy slnečného žiarenia:

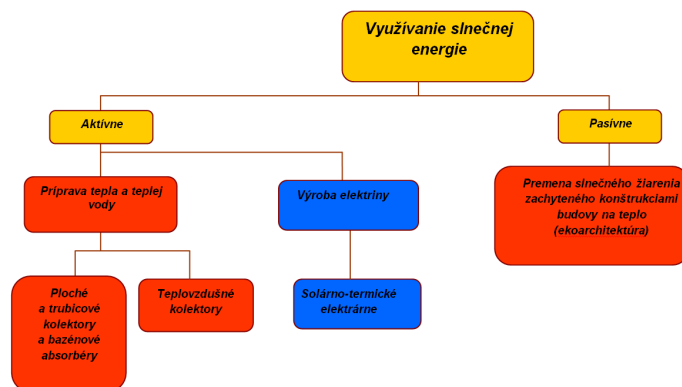
- **priame žiarenie**, ktoré na svojej ceste od Slnka nezmenilo svoj smer,
- **difúzne žiarenie**, ktoré dopadá na povrch zeme pod iným uhlom ako žiarenie priame,
- **odrazené žiarenie** od okolitého terénu a objektov (súčasť difúzneho žiarenia).

Pomer jednotlivých zložiek sa neustále mení v závislosti od meteorologických podmienok a polohy miesta na Zemi. Súčet týchto zložiek označujeme ako **globálne žiarenie**, ktoré dosahuje v našich podmienkach za jasného počasia v letnom období hodnotu max. $1\,000\text{ W/m}^2$. Pri zámeroch s využívaním slnečného žiarenia je potrebné realizovať merania jeho intenzity v mieste predpokladaného, využívania, nakoľko tieto sa v závislosti od lokálnych podmienok môžu aj výrazne odlišovať [6].

Slnečné žiarenie sa po dopade na zemský povrch premení na iné formy energie:

- **tepelnú energiu** – ohrievanie zemského povrchu – voda, pôda, vzduch,
- **mechanickú energiu** – vzdušné prúdy,
- **chemickú energiu** – fotosyntéza – viazanie energie prostredníctvom fotosyntézy v rastlinách a iných organizmoch.

Možnosti využitia slnečnej energie sú znázornené na Obr. 2.



Obr. 2 Spôsoby využívania slnečnej energie

Najjednoduchšou premenou slnečnej energie je premena na teplo (fototermálna premena), ktoré sa realizuje pomocou aktívnych alebo pasívnych systémov. Základným zariadením slúžiacim na fototermálnu premenu slnečnej energie sú slnečné kolektory. Podľa konštrukcie ich delíme na nekonzcentrujúce (rovinné, trubicové) a koncentrujúce (s bodovým alebo čiarovým ohniskom). Zvláštnu skupinu zariadení slúžiacich na fototermálnu premenu tvoria solárne absorbery.

II. SOLÁRNE ABSORBÉRY

Najjednoduchším zariadením slúžiacim na premenu slnečného žiarenia na teplo sú solárne absorbery. Konštrukciu solárneho absorberu tvorí samonosný, najčastejšie plastový absorber bez tepelnej izolácie, priehľadného krytu a nosného rámu. Predstavuje voľný absorber umiestnený v priestore smerom k dopadajúcemu slnečnému žiareniu. Absorbéry sú najčastejšie vyrábané z chemicky odolného vysokotlakého HD-polyetylénu, polykarbonátu, skla alebo niekoľkých vrstiev textilu a plastu. Možné konštrukčné riešenia plastových absorberov sú na Obr. 3.



Obr. 3 Druhy plastových absorberov

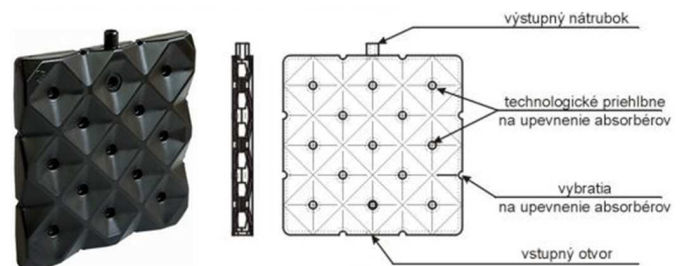
III. CHARAKTERISTIKA MERANÝCH SOLÁRNYCH ABSORBÉROV

Meranie tepelných vlastností solárnych absorberov bolo realizované na plastových absorberoch typu KM Solar Plast, ktorých základné technické parametre sú uvedené v Tab. 1 a ktorých základná stavebná jednotka je na Obr. 4 [3].

Tab. 1 Základné technické parametre a vlastnosti absorbera KM Solar Plast

Vonkajšie rozmery	1 ks - 295 mm x 295 mm x 30 mm
Hrúbka setny	2,5 mm
Počet absorberov na m ²	12 ks
Hmotnosť	1 ks - 0,7kg 1m ² (12ks absorberov) = 8,4 kg/m ²
Materiál	HDPE polyetylén vysokej hustoty s prídavkom UV stabilizátora
Teplotná odolnosť materiálu	-30 až 126°C
Rozsah pracovných teplôt	-5 až 70°C
Odolnosť absorbera naplneného vodou voči mrazu	-30 °C bez prerušenia
Vnútorný objem	1ks - 1,8

	1m ² (12k absorberov) = 21,6/m ²
Prietokové množstvo	100 až 450 l/m ² za hodinu
Skúšobný tlak	0,5 Mpa
Maximálny prevádzkový tlak	0,16 MPa
Koeficient slnečnej absorpcie	0,93
Koeficient tepelnej emisivity	0,97
Zberný uhol(pre pokles zisku na 50%)	155°
Energetický zisk	945 Wh/m ²
Teplota stagnácie	39°C
Životnosť	min. 15 rokov



Obr. 4 Základný stavebný element plastového absorbera

Absorbéry KM Solar Plast sú konštruované vo forme dielca s rozmermi 295 x 295 mm a obsahuje vstupný a výstupný element pre umožnenie vzájomného spájania. Vytváranie väčších absorpčných plôch sa realizuje vzájomným horizontálnym a vertikálnym prepojením viacerých základných dielcov (Obr. 5).



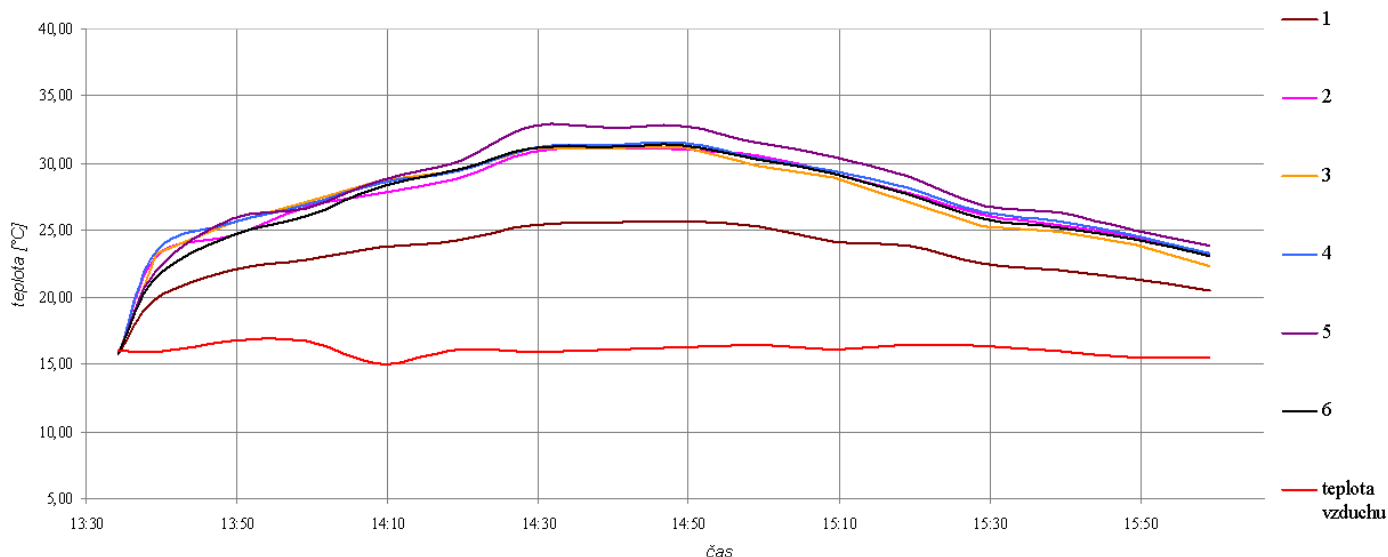
Obr. 5 Spájanie plastových absorberov

IV. MERANIE PREVÁDZKOVÝCH VLASTNOSTÍ SOLÁRNYCH ABSORBÉROV

Na meranie boli použité plastové absorbéry s rôznym obsahom pigmentu, pričom hraničné absorbéry boli bez pigmentu (1) a s maximálnym obsahom pigmentu (6). Ako teplotné médium bola použitá voda o objeme 1,6 l v každom meraní absorbéri.

Meranie bolo realizované v mesiaci apríl za jasného počasia pri teplote vzduchu 15 až 17 °C a pri rýchlosti vetra 1 až 5 m/s. Vstupná

teplota vody bola 15,8 °C. Meranie sa začalo v čase 13:35 a teplota bola zaznamenávaná v 5 – minútových intervaloch pomocou digitálneho teplomeru. Pred každým meraním bolo teplotné médium v absorbéroch premiešané. Meranie prebiehalo v dvoch etapách. Najprv bol realizovaný ohrev až do dosiahnutia teploty stagnácie a potom od času 14:50 boli merané absorbéry umiestnené mimo priameho dopadu slnečného žiarenia a sledovala sa ochladzovacia charakteristika. Výsledky merania sú uvedené na Obr. 6.



Obr. 6 Grafické znázornenie výsledkov merania

V. ZÁVER

Z nameraných výsledkov vyplýva, že plastový solárny absorbér veľmi dobre realizuje fototermálnu premenu pri nízkoteplotnom ohreve teplotných médií od 15 do 25 °C, kedy dochádza k veľmi rýchlemu nárastu teploty teplotného média z 15 na 25 °C v priebehu 15 minút. Potom dochádza k zmene smernice a krivka ohrevu u všetkých absorbérov narastá výrazne pomalšie. Ohrev z 25 na 30 °C trvá 30 minút. Teplota stagnácie dosiahla 32,7 °C po približne 1 – hodinovom ohreve. Pri meraní ochladzovacej krivky sa zistilo, že po 60 – minútovom ochladzovaní poklesla teplota teplotného média iba o 7 °C.

Z uvedených závislostí vyplýva, že použitá čierna absorpčná vrstva veľmi dobre a účinne premieňa slnečnú energiu na teplo do 25 °C, pričom vyžarovanie tepla z absorbéra je pomerne malé, čo je dôkazom malej emisivity a nízkych tepelných strát absorbéra v pracovnom teplotnom rozsahu. Z nameraných výsledkov vyplýva, že plastové solárne absorbéry sú vzhľadom na svoju konštrukciu a dosahované parametre vhodné na ohrev teplotných médií do cca 30 °C. Dosahované teploty sú vhodné predovšetkým na ohrev vody v bazénoch a to aj mimo letnú sezónu, čím predlžujú možnosť ich používania.

Plastové solárne absorbéry síce nedosahujú špičkové tepelnizolačné vlastnosti, avšak vzhľadom na spôsob ich použitia a reálne rozdiely teplôt okolia a pracovného média počas prevádzky im umožňujú dosahovať účinnosti aj vyše 90 %. Pri ohreve počas letného dňa v ranných hodinách má teplotné médium teplotu blízku teplote okolia. Postupne narastá intenzita slnečného žiarenia, v dôsledku ktorej narastá aj teplota teplotného média. Rozdiel teplôt je teda aj

v tomto prípade veľmi malý, a preto sú nízke aj tepelné straty. V čase maximálnej intenzity slnečného žiarenia teplota okolia stúpne nad teplotu teplotného média, v dôsledku čoho sa solárny absorbér dostáva do bezstratového režimu, ba dokonca môže dosahovať aj príjmy energie z okolitého prostredia.

Vzhľadom na tieto skutočnosti, ako aj na možnosť ich multifunkčného využitia v podobe chodníka prechodovej zóny k bazénu, oplotenia, tepelného výmenníka atď., ako aj na nízke investičné náklady, jednoduchú montáž a údržbu, sú tieto zariadenia pre ohrev vody v bazénoch najvýhodnejšie. Ich energetický zisk je v porovnaní so slnečnými kolektormi vyšší. Veľmi výhodná by bola aj spolupráca plastových absorbérov s tepelným čerpadlom [4] a nízkoteplotnými vykurovacími systémami [5]. Merania preukázali vysoký zberný uhol plastových absorbérov KM Solar Plast a veľmi dobré využívanie aj difúzneho žiarenia [7].

Plastové absorbéry spolu s ostrovnými fotovoltaickými a termofotovoltaickými systémami možno považovať za mimoriadne perspektívne pri energetickom zabezpečovaní distribuovaným spôsobom [8], [9], [10].

POĎAKOVANIE

Práca bola realizovaná s podporou projektu Agentúry na podporu výskumu a vývoja APVV-0185-10 a projektu Vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva VEGA 1/0099/09.

LITERATÚRA

- [1] CIHELKA, J.: *Solárni tepelná technika*. T. Malina, Praha, 1994.
- [2] MARKO, Š. et al.: *Energetické zdroje a premeny*. Alfa, Bratislava, 1989. ISBN 80-05-00084-7

- [3] *Slnečné kolektory – KM SOLAR PLAST*. KM-SYSTÉM. [online] Publikované 2007-2008. Dostupné z <http://www.km-system.cz/sk/obchod/slnečne_kolektory/km_solar_plast.html>.
- [4] KOŠČO, J. - KUZEVIČ, Š. - TAUŠ, P. - ŠPES, M.: Inštalácia 1 MW tepelného čerpadla v objekte UVL Košice. In: *Alternatívne zdroje energie ALER 2009*, ŽU Liptovský Mikuláš, 2009, s. 33-39. ISBN 978-80-554-0099-0
- [5] JASMINSKÁ, N. et al.: Nízkotepelné vykurovanie v kombinácii so solárnymi zariadeniami. In: *Vedecký seminár doktorandov 2009*, Herľany, TU Košice, 2009, s. 1-5. ISBN 978-80-553-0310-9
- [6] DOSTÁL, Z.: Meracie zariadenie dopadajúceho slnečného žiarenia. In: *Zborník prednášok 31. NZEE, ČES VUT Brno*, 2010, s. 57-68, ISBN 978-80-02-02243-5
- [7] KOŠČOVÁ, M. - EXNAR, Z.: Fuzzy riadenie systému solárnych navádzačov. In: *ALER 2010*, ŽU Žilina, 2010, s. 181-187. ISBN 978-80-554-0242-0
- [8] TAUŠOVÁ, M. - TAUŠ, P. - KOŠČO, J.: Ekonomika ostrovej FV elektrárne v podmienkach Slovenska. In: *Zborník prednášok ALER 2009*, Liptovský Ján, 2009, s. 1-8. ISBN 978-80-554-0099-0
- [9] BAČA, P.: Ostrovní systémy: Problematika akumulace elektrické energie z FV do olověného akumulátoru. In: *Zborník prednášok z 30. NZEE, ČES VUT Brno*, 2009, s. 70-73. ISBN 978-80-02-02164-3
- [10] VANĚK, J.: Termofotovoltaika. In: *Zborník prednášok z 30. NZEE, ČES VUT Brno*, 2009, s. 27-33. ISBN 978-80-02-02164-3

ADRESY AUTOROV

Ján Tkáč, Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská republika, Jan.Tkac@tuke.sk
Marek Hvizdoš, Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra elektroenergetiky, Mäsiarska 74, Košice, SK 04210, Slovenská republika, Marek.Hvizdos@tuke.sk